

# **TRABAJO DE FIN DE CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

## **TÍTULO**

**Proyecto de piscifactoría de trucha  
arcoíris con depuración de aguas por  
filtro verde, en Biescas (Huesca)**

## **Documento 1.- Memoria**

<b>AUTOR:</b>	<b>Miguel Ángel Márquez Lapuente</b>
<b>ENSEÑANZA:</b>	<b>Ingeniería Agrónoma</b>
<b>DIRECTOR:</b>	<b>Juan Escós Quílez</b>
<b>FECHA:</b>	<b>Octubre 2016</b>

<b>I. CONDICIONES GENERALES</b>	3
1.1. Objeto y autor del proyecto	3
1.2. Razón social	3
1.3. Situación y emplazamiento	3
1.4. Características físicas del enclave	3
1.5. Circunstancias legales y normativas	9
1.6. Justificación de proyecto	11
1.7. Financiación del proyecto	11
<b>II. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS</b>	12
2.1. Tipo de actividad a desarrollar	12
2.2. Proceso productivo	12
2.3. El agua	12
2.4. Sanidad y medio ambiente	16
2.5. Alimentación	18
2.6. Producción	19
2.7. Necesidades de superficie	19
2.8. Personal empleado	20
2.9. Labores	20
2.10. Utilización de residuos en agricultura	23
<b>III. CONDICIONES TÉCNICAS</b>	24
3.1. Movimiento de tierras	24
3.2. Piscinas e incubadoras	24
3.3. Red de abastecimiento y desagüe	27
3.4. Nave almacén-oficina-laboratorio-aseos	28
3.5. Depuración de aguas	29
3.6. Instalación eléctrica	31
3.7. Vallado de la piscifactoría	32
3.8. Utillaje	32
<b>IV. LEGISLACIÓN</b>	34
<b>V. ESTUDIO ECONÓMICO</b>	35
<b>VI. RESUMEN DEL PRESUPUESTO</b>	36
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b>	37

## I. CONDICIONES GENERALES

### 1.1. Objeto y autor del proyecto

El objeto de este proyecto es la construcción de una piscifactoría para la producción de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), con sistema FMF de filtro verde de tratamiento de aguas residuales, en las cercanías de la localidad de Biescas (Huesca).

El autor del proyecto de construcción de esta instalación es el Ingeniero Técnico Agrícola D. Miguel Ángel Márquez Lapuente.

### 1.2. Razón social

La realización del proyecto será a cargo de la empresa pública o privada que se adjudique el contrato, de acuerdo a las normativas prescritas por el Departamento de Medio Ambiente de la D.G.A.

### 1.3. Situación y emplazamiento

La piscifactoría se encontrará en el término municipal de Biescas, en la zona llamada Ribera de Biescas, que abarca las dos orillas del río Gállego a su paso por esta localidad y sus cercanías, y se encuentra en un valle de origen glacial, encerrado entre montes. La ubicación exacta donde se construirá la granja está explicada y detallada en el siguiente punto, ya que su localización va a depender de las características físicas de la zona.

### 1.4. Características físicas del enclave

En la selección de las áreas para la implantación de piscinas de cría, deben tomarse en cuenta diversos aspectos que ejercen efecto directo sobre los costos de las operaciones y, por lo tanto, sobre el costo económico del emprendimiento. A continuación se resumen estos aspectos:

**Elección del terreno:** es esencial elegir un terreno apto para ubicar la granja, que evite el encarecimiento de las instalaciones y favorezca el desarrollo de la actividad

---

*Proyecto de piscifactoría de trucha arcoíris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca)*

productiva. He aquí, de forma resumida, las características principales que debe tener un terreno para ser válido para la piscicultura:

- No debe ser demasiado permeable.
- No se pueden crear sobre suelos movedizos o escombreras.
- Las paredes y muros deben apoyarse siempre en suelo firme e impermeable.
- El terreno no ha de ser ni muy accidentado ni demasiado firme. Si es muy accidentado deberemos compensarlos con diques altos y gruesos.
- Según el tipo de valle, será más o menos difícil la construcción de las instalaciones.

**Topografía del área:** El río Gállego, en la ribera de Biescas, cuando acaba de atravesar las Sierras Interiores (en su tramo medio-alto), disminuye su pendiente, aumenta la anchura del valle y crea un tramo con numerosos meandros, conos de deyección y apreciables potencias de aluvial, debido en parte al carácter torrencial de todos los cauces incluido el río principal. En estas condiciones se forman sotos ocupados fundamentalmente por choperas. En este tramo la pendiente media es del 0,4% (A. Ollero, 2004).

Como se puede ver en la siguiente figura, la rivera de Biescas, formada por milenios de erosión del río Gállego, es una zona muy aplanada, en la que apenas hay líneas de desnivel, cualidad muy importante para la construcción de nuestras instalaciones. La zona, rodeada por montes, presenta varios conos de deyección, coincidentes con los afluentes del Gállego. Se desecharán estas zonas, porque podrían dar problemas de escorrentía e incluso de inundaciones en caso de crecidas de los afluentes.

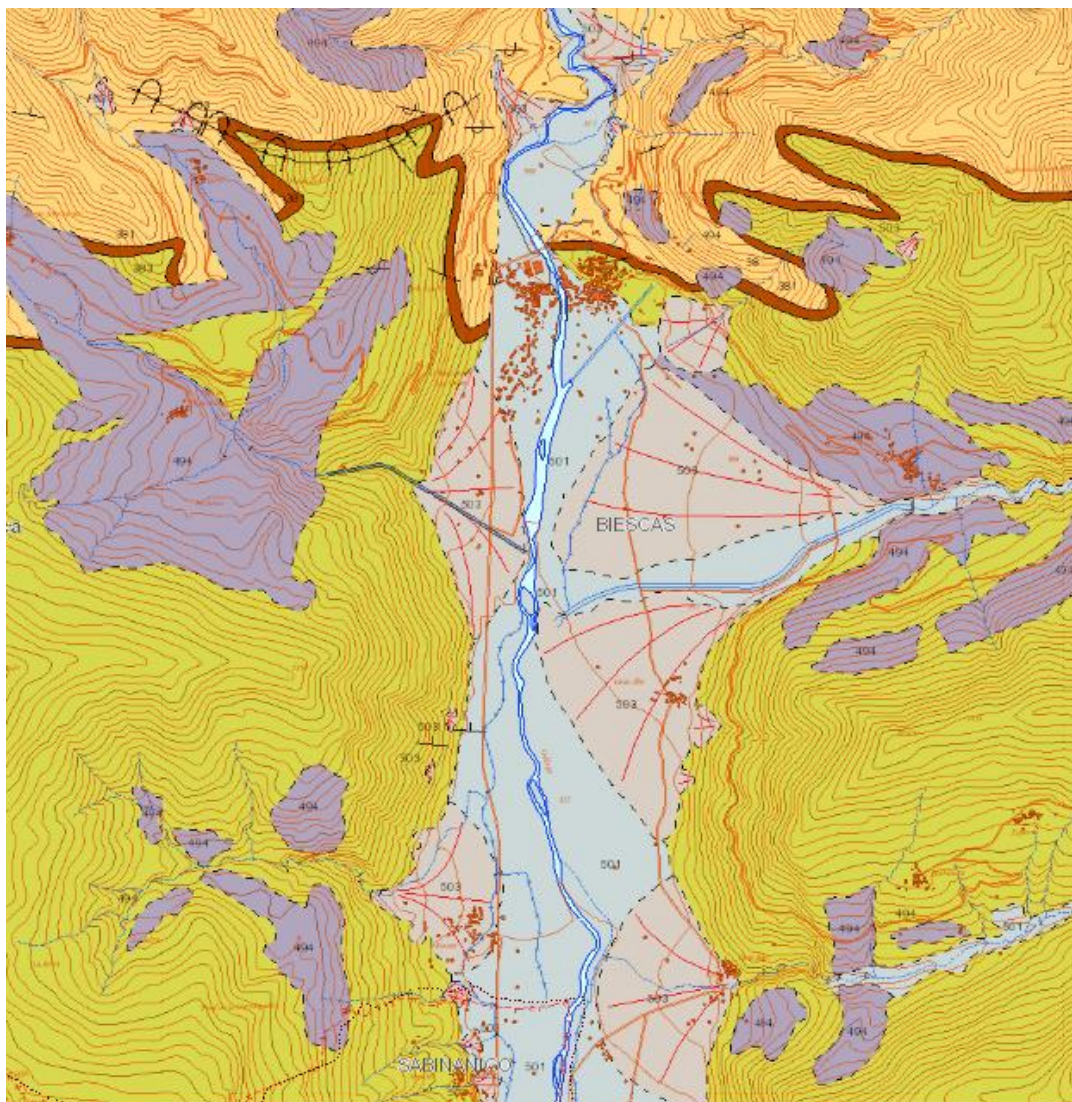


Figura 1: mapa topográfico de la ribera de Biescas

**Tipo de suelo:** Biescas se sitúa en el final de un depósito glaciario. El río discurre sobre una gran plana de terrazas fluviales con importantes conos de deyección. El lugar comprende los restos no sensiblemente transformados del bosque de ribera en una zona en que la actividad agrícola y ganadera ha modelado el fondo del valle. Estos suelos arcillosos y de baja permeabilidad, permiten la construcción de diques y paredes más estables siendo, por lo tanto, los más favorables a la construcción de las piscinas.

**-Calidad y disponibilidad de agua:** En esta zona hay disponibilidad suficiente de agua para que no suponga un problema para la piscifactoría. Además de los aportes fluviales, hay que considerar los aportes subterráneos difusos, entre Poluturara y Biescas, procedentes de las Sierras Interiores (Sierras Telera y Tendeñera) a través de las importantes surgencias de La Traconera y Los Batanes (ITGE-DGA, 1996). Esta zona de materiales cuaternarios constituye un importante acuífero aluvial.



El agua a su paso por Biescas tienen un índice IBMWP de 149, clasificando el estado del agua de muy bueno (CHE, 2008) ( $>100$  = aguas muy limpias o no alteradas de manera sensible). Además, en Biescas hay una EDAR.

En cuanto a piscifactorías, existe una instalación en la actualidad, que se encuentra en la cabecera de la cuenca, en Soto de Oliván (ENDIASA).

**-Compatibilidad del clima:** El clima debe ser compatible con las exigencias de la trucha arcoíris. Muchas piscifactorías conviven con el riesgo de pérdida de peces durante el invierno, debido al frío. Otros parámetros climáticos, como el fotoperiodo y el régimen de lluvias, también son decisivos en la reproducción de muchos peces. Biescas tiene una precipitación media de 809 mm anuales y tiene una temperatura media anual de  $10,7^{\circ}\text{C}$ , con frecuencia de valores por debajo de  $0^{\circ}\text{C}$ .

Papadakis (1980), establece una clasificación que toma en consideración las temperaturas críticas para determinados cultivos durante el verano y el invierno. De esta forma los elementos fundamentales están constituidos por el tipo de clima de invierno, el tipo de clima de verano y el régimen de humedad. Según la clasificación de Papadakis, a Biescas le corresponde un clima tipo trigo en verano y tipo avena fresco en invierno, con un régimen de humedad de tipo húmedo.

Como vemos en la figura 2, el mes más seco es Julio, con 46 mm., mientras que la precipitación media en mayo 86 mm, el mes en el que tiene las mayores precipitaciones del año. El mes más caluroso del año con un promedio de  $17,2^{\circ}\text{C}$  de julio. El mes más frío del año es de  $2,1^{\circ}\text{C}$  en el medio de enero. La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 40 mm. Las temperaturas medias varían durante el año en  $15,1^{\circ}\text{C}$ .

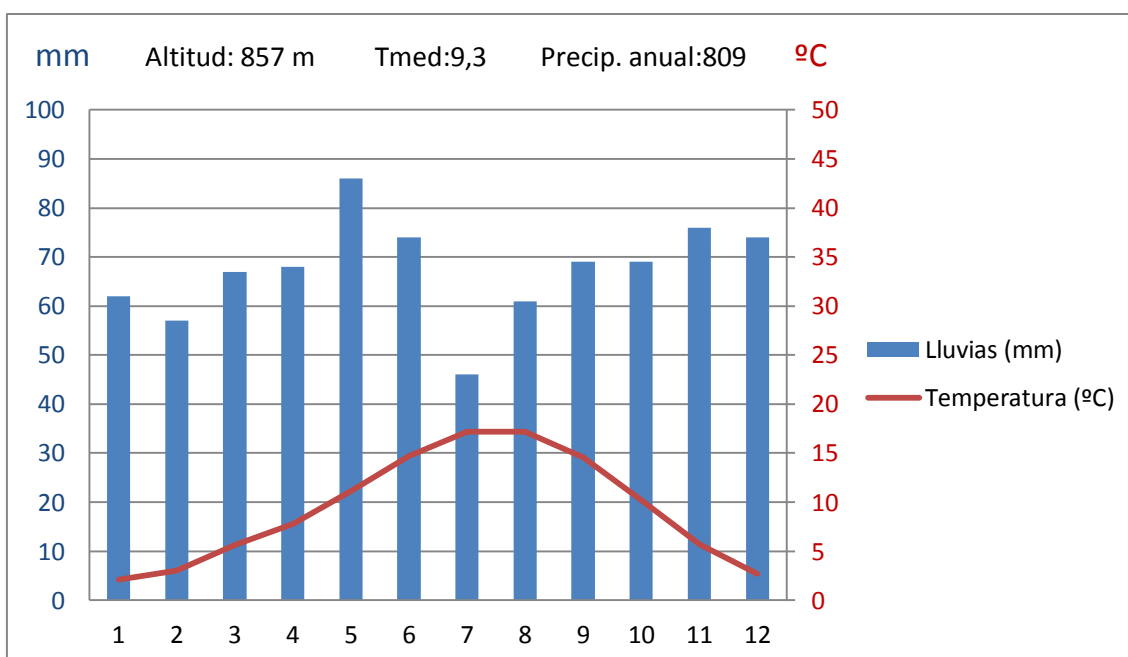


Figura 2: Climograma de la Ribera de Biescas (datos: CHE, 2014)

Otra clasificación importante y de uso común en piscicultura es la clasificación de FAO-UNESCO, que hace uso también de la temperatura y las precipitaciones. Haciendo uso del climograma, se deduce que según la clasificación bioclimática de FAO-UNESCO, se considera que el clima es axérico (la curva de precipitaciones siempre está por encima de la de temperaturas), con un invierno moderado-frío (lo corrobora la temperatura media del mes más frío, que es de 2°C).

**-Restricciones ambientales:** deben observarse las restricciones en cuanto a la tala de árboles y a la preservación de las áreas para protección ambiental y de árboles de cabecera (protegidos por la zona LIC comprendida por la Ribera de Biescas). También deben ser observadas las restricciones en el uso de los recursos hídricos cuando los hubiere, principalmente en cuanto al volumen de agua que pueda ser captado y al desagüe de la misma en el drenaje de las piscinas en los cuerpos de agua naturales. Para esto es fundamental conocer las reglamentaciones estatales y municipales en cuanto al uso de los recursos naturales y los procedimientos para la obtención de los certificados para habilitación del emprendimiento.

Biescas tiene un riesgo de avenidas intermedio, datándose la última en 1996, que causó la tristemente famosa “Tragedia de Biescas”. Asimismo la ribera de Biescas está enmarcada como zona LIC (lugar de interés comunitario).



Figura 3: imagen de la Ribera de Biescas donde se resaltan las capas que pueden afectar al planteamiento de la ubicación de la instalación

En la figura 3, se resalta en azulada la zona ZEPA, que ocupa el monte al este de Biescas, sin coincidir en ningún punto con la zona de ribera sobre la que se pretende

construir. Sin embargo, a lo largo del río y resaltada en naranja, se encuentra una zona LIC, que afecta directamente a la construcción, pues abraza toda la zona del río a lo largo de la ribera de Biescas.

**-Infraestructura básica:** Las condiciones de las rutas, la disponibilidad de energía, entre otras facilidades de infraestructura, son factores decisivos en la selección de los sitios. Es decir, a poder ser deben existir vías para acceder a la piscifactoría, ya que tener que construirlas de propio encarecería enormemente el proyecto.

La zona de la Ribera esta notablemente comunicada, al pasar a pocos metros de ella la carretera nacional N-330 .Al ser toda la región, notablemente turística, las comunicaciones son buenas y están bien conservadas. Además, el río esta frecuentemente cruzado por puentes, que hacen aún más accesible la comunicación con la instalación.

Estudiados todos estos condicionamientos, se detalla en la siguiente figura las zonas más idóneas para la ubicación de la futura explotación:

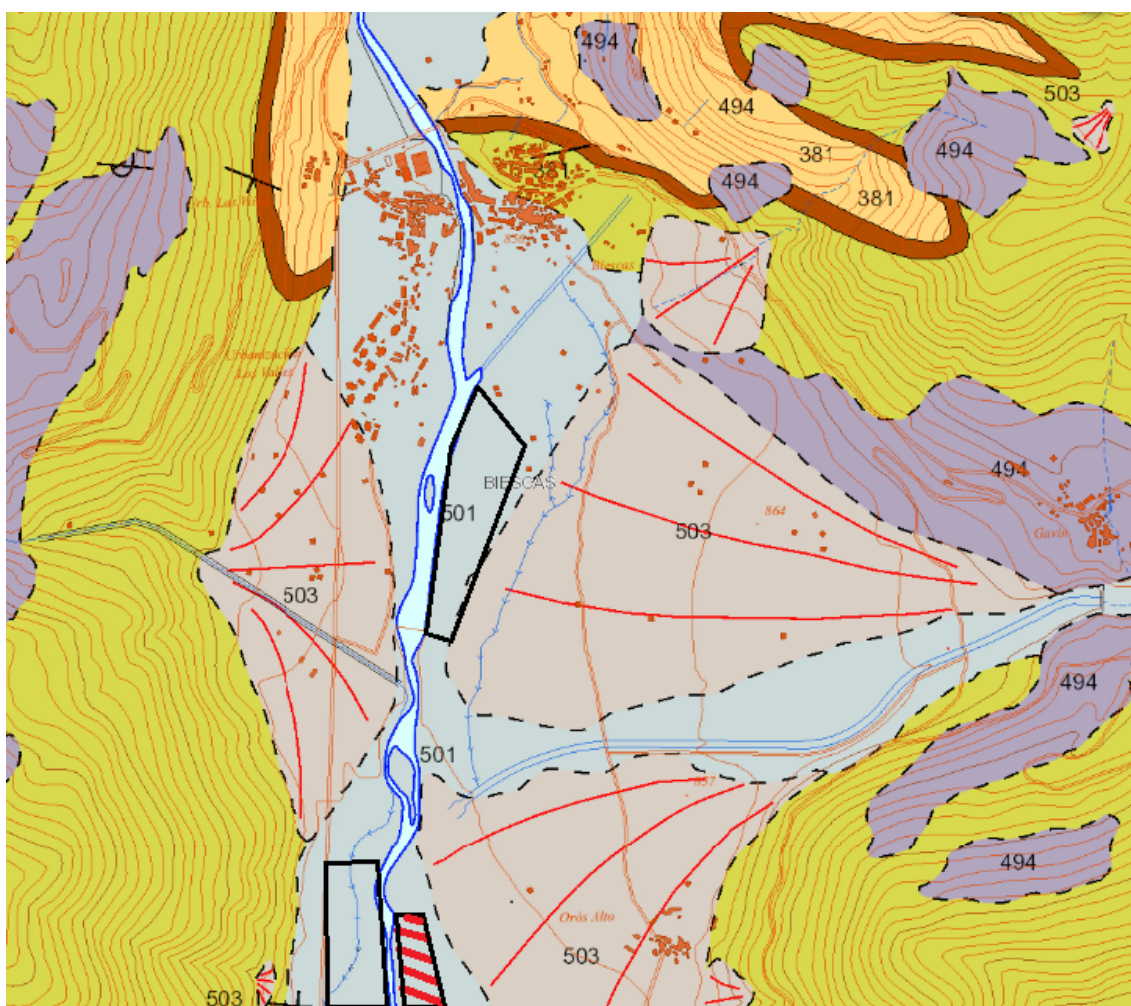


Figura 4: imagen topográfica donde se resalta, una vez estudiados los condicionantes de la zona, los mejores lugares para ubicar la piscifactoría (las zonas dentro de los recuadros)



Superponiendo las dos imágenes anteriores y valorando cada uno de los datos relevantes para la construcción de la granja, se concluye que las tres zonas resaltadas en esta imagen corresponden a las mejores zonas para la construcción de la piscifactoría. Cada una de ellas cumple con las cualidades necesarias para su uso: estar al lado del río (si no fuera así, los gastos de construcción se dispararían); no encontrarse en las zonas con riesgo de escorrentía e inundación; y es inevitable que se encuentren colindantes con la zona LIC, pues este tipo de zona abarca toda la ribera del Gállego, por ambos lados. No obstante, las zonas señaladas suponen las ubicaciones con menor intrusión de la explotación sobre la zona LIC, limitándose solamente a la toma de agua y a la reentrada de la misma al río. Todas las zonas demarcadas suponen, obviamente, superficie suficiente para abarcar todas las instalaciones de la futura piscifactoría. De entre las opciones detalladas, se escoge la resaltada con entrelíneo rojo, por ser la que mejor cumple las condiciones, además de ser la más alejada a los núcleos urbanos más cercanos (Biescas, Olivan, Arguisal) evitando problemas y conflictos que puedan derivar de la propia actividad.

Las instalaciones se situarán aprovechando la pendiente para el movimiento del agua, si bien al principio de la propia instalación se instalará una bomba para poder elevar el agua hasta el canal que alimentará las piscinas, ya que resulta más económico que hacer los movimientos de tierra suficientes para que las piscinas estén por debajo del nivel del río. De esta manera, se usarán la gravedad y la bomba para suministrar el agua necesaria a toda la piscifactoría.

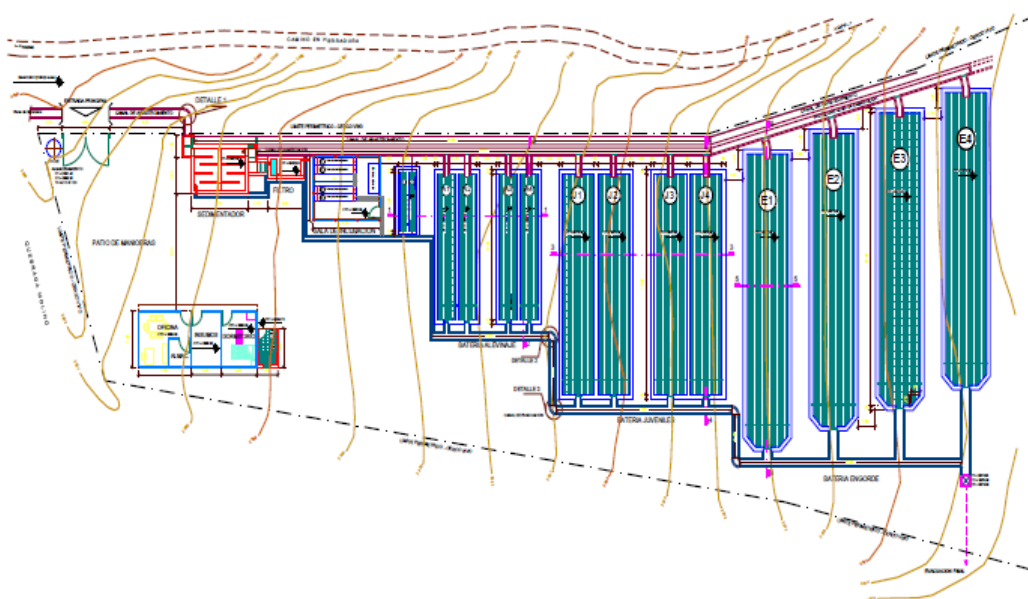


Figura 5: esquema de una piscifactoría en el que se puede aprovechar el desnivel de la zona para impulsar el agua a todas las piscinas.

### 1.5. Circunstancias legales y normativas

### Marco administrativo:

El terreno elegido está proyectado ubicándose al lado de una zona LIC. Brevemente, se define una zona LIC como un lugar que en la región biogeográfica a la que pertenece, contribuye a mantener o restablecer un tipo de hábitat natural de los que se citan en el anexo I, o una especie de las que se enumeran en el anexo II en un estado de conservación favorable y que pueda de esta manera contribuir a la coherencia de la Red Natura 2000 tal como se contempla en el artículo 3, y/o contribuyan de forma apreciable al mantenimiento de la diversidad biológica en la región biogeográfica de que se trate (Directiva 92/43/CEE [Directiva “Hábitats”]).

La Ribera de Biescas es una zona LIC destinada a la conservación de las zonas riparias (se denomina zona riparia a la interfase entre el suelo y un río o arroyo) de cauces cántabro-pirenaicos, que están especialmente bien conservados; y a la conservación de nutria europea (*Lutra lutra*) y madrilla (*Chondrostoma toxostoma*).

La construcción de la piscifactoría, por su ubicación, solo afectará a la zona riparia, en el lugar donde se ubique la toma de agua, ya que el resto de la instalación estará tierra adentro, precisamente para evitar la alteración de esta zona. En cuanto a la influencia sobre nutria y madrilla, se deberá ser especialmente cuidadoso con dos aspectos sobre todo: que ningún individuo escape de la granja (pues podría transmitir enfermedades a individuos salvajes sanos e interactuar con las especies a proteger); y que el agua que vuelva de la granja al río esté perfectamente filtrada, limpia y libre de residuos y microorganismos perjudiciales. Consiguiendo estos dos aspectos, la afección sobre la ecología de nutrias y madrillas será mínima o incluso nula.

### Los permisos que se deben solicitar para la licitación del proyecto, son:

- Autorización de la actividad, competencia de las comunidades autónomas.
- Ocupación del espacio público hidráulico, competencia en este caso de la Confederación Hidrográfica del Ebro: Lo más destacable es el largo periodo de tiempo que se tarda en otorgar las concesiones (normalmente un año; aunque puede llegar sin dificultad a los dos años).
- Evaluación de Impacto Ambiental (solo en determinados casos). Competencia de las Comunidades autónomas.
  1. Para obtener la Declaración de Impacto Ambiental, hay que llevar a cabo el proceso del E.I.A. Su duración se cifra entre los 3 y los 9 meses y su tramitación es generalmente, simultánea con las de otras autorizaciones.
  2. Se evidencia en este procedimiento variabilidad de criterios en cuanto a las exigencias que impone a los establecimientos de acuicultura.
  3. En acuicultura continental, la deficiencia técnica de los proyectos que se presentan. Por otra parte, puede ocurrir que exista falta de correspondencia entre el E.I.A. realizado en un principio y el proyecto definitivo.

## **1.6. Justificación de proyecto**

El proyecto va a consistir en la proyección de una piscifactoría, con todas las instalaciones necesarias para el acondicionamiento del agua así como para su correcta devolución al medio de obtención de la misma, el río Gállego.

En España se crían en torno a unas 50 especies diferentes en piscifactoría, ya sean de mar o río, y han colocado a España entre los 20 países con mayor producción de acuicultura del mundo y el segundo en la Unión Europea, con más de 280.000 toneladas anuales.

Teniendo en cuenta que esta piscifactoría se destina a la cría de trucha arcoíris, cabe señalar que esta especie es la primera en producción continental en España debido a la perfecta adaptación a las condiciones climáticas que hacen que no solo se destine a consumo sino también a repoblación de ciertas zonas de España. Esta variabilidad de mercado unido a ser una producción muy rentable y de fácil desarrollo, hacen que sea un producto óptimo.

La piscifactoría será proyectada para una producción total de 292 toneladas anuales por lo que ha sido dimensionada para cumplir con esta producción así como todos sus servicios y equipos. La estructura de la piscifactoría y su forma estarán condicionadas por los equipos que albergarán y ajustándose al Código Técnico de Edificación, Real Decreto 314/2006.

## **1.7. Financiación del proyecto**

La composición de la inversión inicial se recoge en el presupuesto. Esta inversión abarcará:

- La construcción y adquisición de edificios y terrenos.
- La adquisición de maquinaria, equipos y en general todos los útiles necesarios para la puesta en marcha de la explotación.
- Los gastos de constitución de la empresa y puesta en marcha (canones, permisos, escrituras, proyectos, salarios de los trabajadores, etc.).
- Las materias primas, materiales y suministros que deriven de la actividad del primer año de producción.

## II. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS

### 2.1. Tipo de actividad a desarrollar

En esta piscifactoría se pretende cultivar trucha arcoíris, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) en su ciclo completo, es decir, cultivar los huevos, alimentar los alevines hasta el tamaño adulto, adecuado para su comercialización; así como manejar individuos reproductores criados en la propia explotación, seleccionados en base a su desarrollo óptimo con respecto a la media del resto de los individuos.

### 2.2. Proceso productivo

La finalidad de la piscifactoría será la de producir truchas de consumo, *Oncorhynchus mykiss*, de tipo “truchas ración”, que rondarán los 150 gramos, y de “truchas a la carta”, entre 200 y 250 gramos (ver Anejo Manejo).

El proceso en sí, detallado en el documento pertinente, será diferenciado por fases correspondientes a las fases del ciclo vital de los peces: de esta manera, se producirán alevines, jaramugos de recría, individuos de engorde, individuos destinados a producción, e individuos reproductores.

### 2.3. El agua

Para saber los parámetros del agua en el punto que nos interesa, se necesitará la toma de datos en dos fechas separadas, ya que por las circunstancias geográficas del enclave, podría haber notoria diferencia en algunos parámetros. Se toman datos en Junio y diciembre, para poder luego compararlos con las necesidades de la trucha arcoíris.

En la tabla 1, se muestran los siguientes datos, que han sido tomados del río Gállego en la estación de muestreo 1088, en la localidad de Biescas, los días 18 de Junio de 2014 y 16 de Diciembre (datos de la C.H.E.):

Tabla1: parámetros del agua del río Gállego a su paso por Biescas

		Valores	
Parámetro	Unidad	18/06	16/12
Amonio total	mg/L NH <sub>4</sub>	<0,13	<0.13



Cloruros	mg/L Cl	<7.0	<7.0
Conductividad a 20 °C	μS/cm	180	221
D.Q.O.	mg/l O <sub>2</sub>	<5.0	<5.0
Fosfatos	mg/l PO <sub>4</sub>	<0,05	<0.05
Fósforo Total	mg/L P	<0.05	<0.05
Nitratos	mg/L NO <sub>3</sub>	<1.0	<1.0
Nitritos	mg/L NO <sub>2</sub>	0.021	<0.02
Oxígeno disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	9.9	12.3
Oxígeno disuelto (% sat.)	% saturac.	103.1	107.4
pH	--	8.2	8.4
Sólidos en suspensión	mg/l	<5.0	<5.0
Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub>	15.8	38.5
Temperatura del agua	°C	11.2	6.2
temperatura del aire	°C	23	12.4

En una piscifactoría de salmónidos, las propiedades del agua han de ser muy estrictas, así como la cantidad de agua a utilizar, ya que peces como las truchas son muy propensas a estresarse y por tanto a caer enfermas, si estas especificaciones no se llevan lo suficientemente bien..

Los datos de la tabla 1 revelan que el agua del Río Gállego, a su paso por Biescas, reúne las características necesarias para ser ideal para el cultivo de truchas:

- **Temperatura:** la trucha, como todos los peces, es una animal poiquiloterma, incapaz de regular por sí mismo su temperatura corporal, por lo que necesita aguas con temperaturas constantes durante épocas concretas del año. Temperaturas demasiado bajas disminuirán el ritmo de crecimiento de los individuos y temperaturas demasiado altas dispararán la mortalidad debido a la disminución del oxígeno disuelto y al consiguiente aumento de estrés en los peces, haciéndolos más vulnerables a enfermedades e infecciones.

- Los individuos adultos, en verano, necesitan aguas que no sobrepasen los 20°C y que se mantengan entorno a los 15°C para no presentar problemas. Debe estar en un rango de 12 a 16°C.
- Para alevines y truchas de menos de un año, lo recomendable es que el agua no baje de los 12°C en el periodo estival.

Según datos de la CHE, la temperatura del agua del río Gállego como media anual es de 10,6°C, estando sobre los 6-8°C en invierno y los 11-12°C en verano, lo que la hace

buena para el cultivo de la trucha, aunque ralentice un poco el crecimiento de los peces al ser un poco más fresca de lo óptimo para los animales.

- **Oxígeno disuelto en agua:** la trucha arcoíris necesita de aguas con temperaturas bajas, que contengan un alto nivel de oxígeno disuelto, para poder realizar su ciclo completo sin estrés. El conocimiento de la concentración de oxígeno disuelto es fundamental para la estimación de la cantidad de peces que puede contener un caudal conocido, con lo cual este es un factor fundamental para conocer el dimensionado de la futura instalación.

Influyen en la concentración de oxígeno disuelto factores como la temperatura, la salinidad o la presión atmosférica. Otros factores que pueden afectar en menor medida son la respiración de la flora acuática y la degradación de la materia orgánica presente en las instalaciones. Por tanto, deberemos tener cuidado constante con estos aspectos.

La trucha arcoíris es muy sensible en este aspecto, siendo prácticamente inviable su cultivo con cantidades de oxígenos disuelto menores de 5,5, mg/l. La cantidad ideal para su cultivo es de unos 9 mg/l, por tanto en este aspecto el agua del Gállego es ideal para las truchas a cultivar.

- **pH:** depende de la concentración de iones hidronio en el agua y varía de 0 a 14. Las truchas acostumbradas a vivir a un pH determinado son muy sensibles a la variación de este parámetro, por lo cual es fundamental conocer como varia antes de la implantación de la piscifactoría.

El valor del pH se medirá diariamente para detectar cualquier cambio. En caso de cambio brusco de pH se puede amortiguar con sustancias tampón.

La trucha arcoíris crece a PH entre 6,5 y 8,5, con lo que el agua del Gállego es óptima para su crianza.

- **Materias en suspensión:** la naturaleza del cauce hace que haya muy pocas partículas en suspensión en su tramo por Biescas. No obstante, debido a que estas partículas en suspensión pueden afectar negativamente al crecimiento (sobre todo de los huevos), se habilitarán filtros específicos en los receptáculos donde estén incubándose. Asimismo, se construirá una balsa de decantación, que recoja los caudales de salida de las piscinas y donde se depositen, por el propio mecanismo de funcionamiento de esta instalación, las partículas gruesas para que no vayan a parar al río.

En la siguiente tabla, se resumen las principales necesidades de la trucha en calidad de agua y los parámetros que tienen el río Gállego:

Tabla 2: datos de los parámetros más importantes para el cultivo de la trucha y sus proporciones en el río Gállego

Estación del año	Parámetros	Óptimo para trucha arcoíris adulta	Óptimo para alevines	Río Gállego
------------------	------------	------------------------------------	----------------------	-------------

Verano	Temperatura agua	12-15	9-12	11,2
	Oxígeno disuelto	9	>9	9,9
	pH	6,5-8,5	6,5-8,5	8,2
Invierno	Temperatura agua	9	9-12	6,2
	Oxígeno disuelto	9	>9	12,3
	pH	6,5-8,5	6,5-8,5	8,4

Para truchas, en Europa, si es cultivo extensivo, el caudal mínimo debe ser 5l/s/ha; 10 l/s/ha en semiextensivo; 100 l/s/ha en intensivo. Si bien en el documento debido, esta más detallado el cálculo de las necesidades hídricas de los peces, las siguientes cantidades pueden servir de base a los cálculos para temperaturas inferiores a 10°C durante la incubación y 15°C durante alevinaje y crianza:

Tabla 3: caudales recomendados para los diferentes estadios de la trucha

<b>Fase</b>	<b>Edad (meses)</b>	<b>Caudal (l/min)</b>	<b>Cantidad (individuos)</b>
Incubación	0	0,5	1000
Alevines	0 a 3	1 a 3	1000
Jaramugos (I)	4 a 8	4 a 8	1000
Jaramugos (II)	6 a 8	6 a 12	1000
Truchas de consumo	>9	*	*

(\*) Para truchas de consumo, Lêger (1970) ha propuesto la fórmula de litro/kilo: 1l/min permite el cultivo de 1-1,5 kilos de truchas, si  $T < 15^{\circ}\text{C}$

#### Medición y mantenimiento de los parámetros del agua

Los parámetros más importantes del agua con respecto a la producción piscícola deben ser revisados en la instalación con regularidad, ya que un posible cambio podría conllevar una reacción en cadena, al estresar a los peces y provocar una baja de la producción e incluso un aumento de las enfermedades (que como se explica más adelante, pueden estar causadas por situaciones de estrés). Para poder evaluar estos parámetros con una periodicidad adecuada y con facilidad, usaremos sensores específicos.

Gracias a los avances técnicos, están ahora integrados todos los parámetros de nuestro interés en un mismo sensor, que indica desde un ordenador central todos de manera conjunta y los almacenan para su visualización en cualquier momento. Esto hace que sea más fácil y económico el monitoreo de estos parámetros. Estos sensores se ubican en boyas en las piscinas, en contacto con el agua. Las nuevas tecnologías permiten que los sistemas de alarma se puedan enviar como mensajes de texto a los móviles de los productores, permitiendo una respuesta lo más rápida posible ante variaciones de los parámetros del agua. Si se quiere, también se dispone de sensores específicos para cada parámetro (temperatura, pH y oxígeno disuelto) e

incluso alguno de ellos, como ciertos sensores de oxígeno, se pueden conectar directamente al sistema de alimentación y pueden detener la alimentación a niveles bajos de oxígeno en el agua. Habrá sensores en cada piscina, con el fin de mantener las aguas constantemente en los niveles óptimos de temperatura, pH y oxígeno, en cada una de ellas.

El uso de sondas multiparamétricas nos permiten el control continuo de Oxígeno, pH, conductividad, salinidad, así como el control de otros compuestos como amoníaco, nitratos o nitritos. Diversos modelos de estas sondas pueden ser encontradas en la empresa YSI Incorporated con muy bajo coste de mantenimiento.

Diseñado específicamente para sistemas de piscicultura, el monitor continuo 5200 A y su software AquaManager®, integran en un solo producto, control del proceso, alimentación, alarmas y manejo de datos. Sencillo para monitorizar un tanque, y capaz a su vez de monitorizar una granja entera desde cualquier parte del mundo para proteger su vida acuática.

La utilización de un software de control nos permitirá llevar un control más rápido y ágil de las instalaciones. En la figura 6 podemos encontrar un esquema de esta Aplicación.

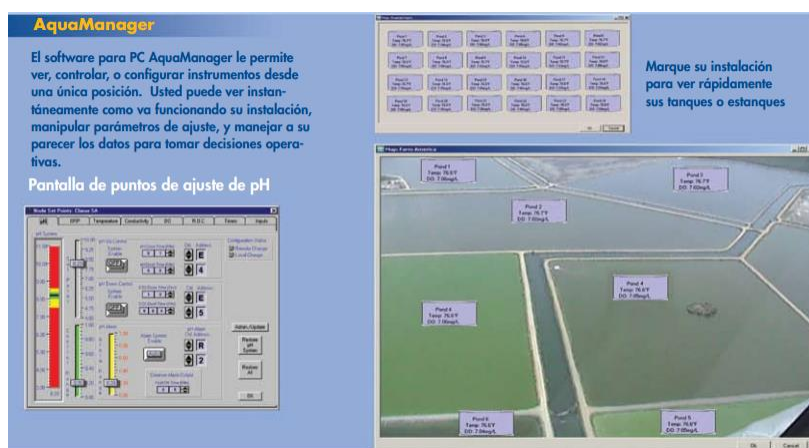


Figura 6: uso de Aquamanager®.

## 2.4. Sanidad y medio ambiente

### 2.4.1. -Principios generales

Para el perfecto funcionamiento de la instalación y la consecución de las cuotas de producción planificadas, dicha explotación debe tener un estricto régimen sanitario, que va mucho más allá del cuidado de los animales.

Para el mantenimiento de las instalaciones y con el fin de reducir al mínimo el impacto que pueda tener la actividad ganadera sobre el medio ambiente, se establecerán unas pautas, recogidas en el Anejo “Sanidad y patógenos”.



El uso de los productos químicos estará restringido a aquellos que permita la ley, en las cantidades explicadas en los propios productos, con el fin de mantener sano el cultivo además de mitigar los efectos ambientales.

El material debe ser cuidadosamente limpiado antes de la desinfección. El material orgánico que se generó durante el procedimiento de limpieza, tal como el sedimento de las piscinas, etc. debe también desecharse de manera apropiada para prevenir la dispersión de las enfermedades por el material y ser ambientalmente seguro.

Posteriormente a la desinfección o erradicación total de patógenos, el establecimiento deberá ser reabastecido a partir de una fuente libre de enfermedades.

La carga contaminante de una piscifactoría depende fundamentalmente de la producción de peces conseguida y del índice de conversión del alimento, aunque para trucha esto está muy optimizado. Las concentraciones de parámetros contaminantes en los vertidos dependen también de los caudales circulantes y del rendimiento del sistema de depuración empleado (fundamentalmente balsas de decantación y filtro verde).

#### **2.4.2.- Enfermedades y tratamientos**

Este es un punto crucial en la explotación, ya que la aparición de una epizootia y que esta sea mal tratada, puede conllevar en el peor de los casos, el cierre de la explotación. Debido a la creciente cantidad de enfermedades que afectan a las piscifactorías, se hace imposible estudiar en el presente proyecto todas ellas. En el Anejo "Sanidad y patógenos" se tratan las epizootias más dañinas económicamente en la actualidad.

#### **2.4.3.-Cuidado y mejora de las piscinas**

##### Control de la vegetación acuática invasora

En piscicultura, una vegetación acuática poco o bastante desarrollada es útil y, en general, necesaria. Se ha de subrayar la importancia de la vegetación acuática. Tratándose de piscicultura, es lógico clasificar las plantas siguientes de la forma siguiente:

No se puede olvidar que la vegetación acuática en una piscina resulta perjudicial solo en el caso de su desarrollo excesivo. Una vegetación excesiva acelera los aterramientos impidiendo el acceso de los peces y el calentamiento del agua, es decir, que disminuye la productividad.

El hecho de que el flujo de agua sea constante, hace que la implantación de la vegetación en las canalizaciones y piscinas sea difícil, más allá del propio filtro verde. No obstante, si por análisis visual se detectase una masa excesiva de plantas en alguna parte de la instalación, se recomienda el tratamiento por medios no químicos, pues los restos de productos fitosanitarios diluidos en el agua, sin duda podrían afectar a los peces.

##### Encalado de las piscinas

Es una medida de conservación de las piscinas que se realizará porque tiene una acción muy variada y beneficiosa sobre el estado sanitario de los peces y sobre los factores biológicos de nuestra producción:

- 1- Tiene efecto antiparasitario. También destruye por un corto periodo de tiempo las algas y plantas acuáticas de raíces poco profundas. Destruye insectos y larvas enemigas de los peces.
- 2- Provoca la liberación de las bases, la obtención de una reacción neutra, el aumento de la actividad biológica, la aceleración de la descomposición del cieno y de sus componentes celulósicos así como la obtención de una textura grumosa del suelo. Por otra parte, el peligro de que se produzca un déficit de oxígeno se reduce por la misma razón.
- 3- Provoca la precipitación de las materias orgánicas putrescibles que se encuentran en exceso, lo que reduce el peligro de propagación de ciertas enfermedades y reduce el riesgo de déficit de oxígeno.
- 4- La nitrificación de los compuestos amoniacales en nitritos y nitratos exigen también la presencia de una cantidad suficiente de cal.

Se encalará en la fecha más óptima, que será aquella en la cual la piscina esté vacía y no esté sometida a ninguna otra obra y/o enmienda. Las circunstancias en las que se deberá encalar y el tipo de enmienda caliza a usar dependerán del pH del agua y del estado de la piscina a tratar. Será por tanto, tarea del piscicultor el analizar si hace falta encalar y cuando.

## **2.5. Alimentación**

La alimentación se realizará a base de piensos comerciales, adecuándose a cada etapa de desarrollo de los animales en su composición y granulometría. Para información más detallada al respecto de la formulación de los piensos y sus pautas de distribución, ver el Anejo "Manejo".

Por regla general, los piensos en forma de pellets (extrusionados) son la forma más óptima de alimentar a las truchas, y serán los piensos elegidos en este proyecto, por motivos que se explican en el Anejo. La cantidad de proteína será mayor en las primeras fases de crecimiento que en las de engorde y la de lípidos, menor.

La cantidad de alimento que consumen las truchas depende de la temperatura del agua y del tamaño de los ejemplares, por lo que el cálculo de las necesidades diarias de pienso se realizará siguiendo las tablas de alimentación que suministran los fabricantes de piensos, en las que se tienen en cuenta estos factores, si bien existen otras más genéricas de dominio público. La cantidad de alimento consumido diariamente aumentará al subir la temperatura y el porcentaje respecto al peso del pez disminuirá al aumentar el tamaño del individuo.

Para una determinación optimizada de la ración a suministrar a un lote de truchas, sin embargo, una vez desarrollada su propia experiencia empresarial y cuando haya

recopilado la suficiente cantidad de información sobre crecimiento, alimento suministrado y eficiencia alimentaria en las distintas etapas del cultivo, y de acuerdo con las temperaturas, el productor debería elaborar sus propias tablas de alimentación bajo las condiciones particulares de su propio criadero.

La distribución del pienso se realizará de manera automatizada. Esto conseguirá ajustar al máximo la cantidad suministrada y mejorará el reparto equitativo del pienso entre todos los peces, evitando la dominancia entre peces y disminuyendo así las bajas.

Las truchas tienen índices de conversión del alimento variables según el estadio de crecimiento en el que se encuentren. De forma general, cabe destacar que dichos índices de conversión son muy bajos, haciendo que las truchas sean uno de los cultivos ganaderos más eficientes hoy en día. Se utilizarán estos índices para el cálculo del pienso a suministrar en la piscifactoría, de la forma más pormenorizada y exacta posible, ya que el gasto en pienso será uno de los mayores costes anuales de la explotación.

En esta piscifactoría, cuando esté funcionando a pleno rendimiento, se producirán 292.431,75 kg de truchas, que consumirán anualmente en torno a 296.241,4 kg. de pienso (teniendo en cuenta las mortalidades en cada fase).

## 2.6. Producción

La producción anual de truchas arcoíris en la piscifactoría, como ya hemos, dicho, está estimada en 292.431,75 Kg. Para llegar a esta producción de carne de trucha, la producción de individuos, por fases, será de:

- 1.800.000 alevines
- 1.620.000 jaramugos de recría
- 1.376.150 individuos de engorde
- 1.169.727 individuos destinados a consumo
- 1.000 peces destinados a reproducción

(Ver anejo “Cálculos constructivos de las piscinas”)

## 2.7. Necesidades de superficie

Las diferentes fases del cultivo de la trucha tienen necesidades específicas de superficie, en base a dos aspectos: el tamaño de los individuos, y las exigencias en oxígeno que tengan en ese estadio de su ciclo productivo. Si bien se cumplen unas características generales y unas cantidades genéricas, que están descritas en la tabla siguiente, para poder aprovechar al máximo el espacio de las instalaciones, se deben

realizar unos cálculos exhaustivos. Dichos cálculos se encuentran en los Anejos “Cálculos constructivos de las naves” y “Cálculos constructivos de las piscinas”.

Tabla 5: necesidades de superficie según el estadio de los peces (Huet, 1998)

HUEVOS: 50000 huevos/m <sup>2</sup> de pila		
1ª ALIMENTACIÓN: 30000 alevines vehiculados/m <sup>2</sup> de pila		
ALEVINAJE (hasta 0,5 g): 4 kg/m <sup>2</sup> de pila		
Longitud	Peso	Densidad
1.8 → 3 cm	0,1 → 0.5 g	< 8000 alevines/m <sup>2</sup>
3 → 5 cm	1.5 → 3 g	< 1500 alevines/m <sup>2</sup>
JARAMUGOS (hasta Octubre): 5 kg/m <sup>2</sup> de piscina		
5 → 6 cm	1.5 → 3 g	< 1500 jaramugos/m <sup>2</sup>
7 → 8 cm	4 → 6 g	< 750 jaramugos/m <sup>2</sup>
9 → 10 cm	8.5 → 11.5 g	< 400 jaramugos/m <sup>2</sup>
TRUCHAS DE ENGORDE	11,5 → 80 g	400-1000 individuos /m <sup>2</sup>
TRUCHAS DE CONSUMO	80 → 200-250 g	60-100 truchas/m <sup>2</sup>
REPRODUCTORES (2+,3+,4+,5+)	1000-2000 g	Densidad normal: 3 kg/m <sup>2</sup> Densidad máxima: 5 kg/m <sup>2</sup>

## 2.8. Personal empleado

La mano de obra contratada en la piscifactoría constará de un oficial especializado y dos peones no cualificados.

El oficial actuará como encargado de la instalación, trabajará de lunes a viernes y tendrá libres los fines de semana, excepto situaciones extraordinarias. Los peones trabajarán haciendo rotaciones de diez días seguidos cada uno tras lo que tendrán libres cuatro días seguidos, alternándose en el descanso. De esta manera, los turnos de días de trabajo serán de una semana completa y los tres primeros días de la siguiente, descansando de jueves a domingo.

La forma del reparto de los días libres supone que el fin de semana habrá un empleado en la piscifactoría, de lunes a miércoles habrá tres empleados y jueves y viernes, dos.

Por tanto, las labores específicas que requieran más mano de obra se dejarán para su realización de lunes a miércoles. Así, de jueves a domingo, se limitará la actividad de los empleados a las labores diarias y el fin de semana, únicamente a la alimentación y retirada de cadáveres.

## 2.9. Labores

Las tareas a realizar en la piscifactoría pueden dividirse según el espaciamiento temporal en el que se hacen. De esta manera, en la tabla 6 se encuadran todas las



actividades con las que se actuará en la piscifactoría, según la periodicidad en la que se tengan que realizar.

Las tareas a realizar diariamente por los empleados serán aquellas que tengan que ver directamente con el funcionamiento diario de la explotación: alimentación de los peces, eliminación de cadáveres de los individuos muertos, etc. El orden en que se deben realizar las tareas diarias por parte de los empleados procurará minimizar el estrés y las afecciones propias de la cría en cautividad. (Por ejemplo, la eliminación de los cadáveres produce agitación en los animales que se encuentran en las piscinas, lo que aumenta el consumo de oxígeno de las truchas. Por otra parte, después de la alimentación, el consumo de oxígeno también aumenta por la digestión del alimento. La manipulación de los animales, tras la distribución del alimento, podría causar un déficit de oxígeno disponible en la piscina, pudiendo llegar a causar mortalidad de animales, por lo que esto se evitará realizando las manipulaciones antes de la distribución del alimento).

Los tratamientos sanitarios también se deberán realizar distanciados de las distribuciones del pienso, para evitar que los peces ingieran los productos de tratamiento.

La necesidad de comprobar las tomas del pienso a lo largo del día y la gran cantidad de piscinas hará que esta sea la principal tarea a realizar por los empleados. Por tanto, gran parte de la eficiencia productiva de un criadero comercial de peces está determinada por el manejo de la alimentación. Para que este sea exitoso, es fundamental que se elabore una base de datos en donde se registren los parámetros indispensables para un correcto manejo de la alimentación. Entre estos se encuentran: número de individuos de cada lote, la mortalidad, el peso corporal promedio, la evolución del crecimiento de las truchas, el suministro del alimento y la temperatura del agua. De esta manera, se podrá calcular la ración a suministrar a cada lote y la eficiencia de alimentación que posee el criadero.

Al final del día se anotará el número de bajas, señalando la piscina de la que procede cada número. Así se podrá conocer el número de ejemplares en cada piscina en cada momento adaptando de esta manera la ración de pienso y el caudal necesario.

Los sensores de biomasa ópticos nos permiten controlar el crecimiento y cantidad de animales en las piscinas.

Cuando se observe una diferencia de tamaños importante entre los ejemplares de la misma piscina, se procederá a la clasificación por tamaños de estos. Tras cada clasificación se anotarán el número de ejemplares y tamaño que se introducen en cada piscina.

Cuando se proceda al traslado de las truchas de una piscina a otra, se aprovechará para realizar las tareas de limpieza y desinfección de la piscina que quede vacía, mediante agua a presión y escobones, antes de la introducción del siguiente lote de peces.

Semanalmente o cada dos semanas, según la disponibilidad de la mano de obra con lo que cuente el criadero, se deberán hacer muestreos de los lotes de cultivo. De esta manera, se corregirán las variables utilizadas para calcular la ración a suministrar. Es fundamental que la mortalidad sea registrada diariamente, ya que de otra manera no se conocerá exactamente el número de individuos que integran un lote. Con el número actualizado de individuos por lote y el peso corporal promedio registrado, se podrá determinar la biomasa total de cada lote. Tras varios muestreos, por diferencia de pesos medios se podrá calcular la tasa de crecimiento de las truchas. Este parámetro le servirá al productor para estimar cuando será el momento en que se llegue a determinada talla y, por lo tanto, definir el momento de la cosecha.

En la siguiente tabla se citan las periodicidades de las actividades a realizar en la explotación piscícola, para condiciones de normal funcionamiento. Obviamente, estas periodicidades podrían cambiar en situaciones excepcionales, como pueden ser la aparición de epizootias, o la obstrucción de algún punto del circuito de corriente de agua, por ejemplo.

Tabla 6. Regularidad de las actividades esenciales para una producción piscícola eficiente (Fuente: Rural Fisheries Programme, 2010)

Frecuencia	Actividad
Dos veces al día	Alimentar a peces, dos veces al día en juveniles Revisar entradas y salidas de las piscinas Observar los peces y comprobar cualquier signo de enfermedad Eliminar cualquier individuo muerto
Diariamente	Comprobar la temperatura del agua Comprobar bombas y otros equipos eléctricos Comprobar medidas antirrobo y anti-depredadores
Semanalmente	Comprobar y monitorizar los parámetros de calidad del agua Calcular el uso estimado y el reemplazo de los alimentos y otros artículos de consumo
Mensualmente	Mantenimiento de tuberías y otros equipos Muestreo y estimación del crecimiento de los peces Rehabilitación de las piscinas a los nuevos lotes En primeras fases, redistribuir lotes según el tamaño de los peces
Cada 3 meses	Drenaje y la cosecha de las piscinas Procesamiento de la captura Comercialización de la cosecha procesada Remodelación de las piscinas; hacer reparaciones en las mismas Limpieza y secado de las redes utilizadas en la cosecha
Anualmente	Construcción de nuevas estructuras, estanques adicionales Realizar mejoras en instalaciones de almacenamiento o procesamiento Contabilidad y registro anual Plan de mejoras Reemplazo de reproductores Sustitución de equipos tales como redes, cubos, vehículos Mantenimiento de equipos reparables (bombas, tuberías, etc.) Mantenimiento y actualización de medidas antirrobo y de protección

## **2.10. Utilización de residuos en agricultura**

Los residuos generados por las actividades piscícolas, que decantarán en las balsas de decantación, tienen unas características muy óptimas para usarlos como abono en las tierras de cultivo locales. Llegando a acuerdos con los agricultores de la zona, se puede sacar el máximo beneficio mutuo para ambos utilizando estos residuos en las tierras colindantes con la explotación.

Así mismo, los restos vegetales del filtro verde tienen diferentes usos, explicados en el anejo “Sistema de filtración”.

### III. CONDICIONES TÉCNICAS

#### 3.1. Movimiento de tierras

La piscifactoría tendrá estructuras con diferentes profundidades, tanto para las piscinas como para las canalizaciones. Dichas profundidades están recogidas en los respectivos anejos, “Cálculos constructivos de las piscinas” y “Caudales y canalizaciones”. No obstante, todos los movimientos de tierra tienen factores en común: todas las infraestructuras serán por debajo de la cota de la explotación, es decir, todas las canalizaciones y piscinas serán enterradas, aprovechando el desnivel que nos brinda la parcela para el flujo por gravedad de agua.

No será necesaria la nivelación de toda la parcela, ya que se busca aprovechar la pendiente para hacer fluir el agua por gravedad. A su vez, no será necesaria la creación de desmontes ni terraplenes ya que en la creación de las paredes de hormigón, se tendrá en cuenta siempre una altura de resguardo para evitar que el agua sobrepase los conductos en los que está confinada.

En lo referente a las piscinas las profundidades de excavación corresponderán a las profundidades de agua calculadas, más los 20 cm. del grueso de los fondos de hormigón de cada una de ellas.

Para las naves, las excavaciones a realizar serán las necesarias para las zapatas.

#### 3.2. Piscinas e incubadoras

Hay diferentes tipos de piscinas, adaptadas a la forma de cultivo de los peces. En este proyecto se trabajará con los llamados “raceways” que son los más usados en salmonicultura. Los raceways son piscinas de forma rectangular contruidos de hormigón revestido con cemento, con una relación longitud: anchura de 5:1 o más. Han sido usados desde hace muchos años en las instalaciones acuícolas, principalmente por la facilidad de construcción, la facilidad para la pesca o clasificación de los peces y por la optimización en el uso del espacio disponible. (Oca et al. 2004).

De forma somera, estas son las principales características de la instalación general de la piscifactoría de salmónidos:

- Las piscinas de alevines o sala/s de incubación han de encontrarse situados de tal manera que se alimenten de agua pura.
- En la medida de lo posible, la sala de manutención estará cerca de las piscinas de engorde.



- Las piscinas de estabulación (donde se guardarán las truchas para consumo y los reproductores en época de reproducción) se encontrarán próximos a la nave (para facilitar su vigilancia).
- Como las truchas son peces a los que les gusta estar de cara a la corriente, los medios de cultivo deberían tener una forma estrecha alargada (también se calienta menos el agua al pasar más rápido).

### **3.2.1. Nave de incubación y alevinaje**

#### **Características de diseño**

Las pilas de incubación y alevinaje se instalarán en esta nave, cerrada para conseguir las condiciones ambientales requeridas por los alevines. Como los animales están en una época vital en la que se les debe criar con especial cuidado, se les dispone en instalaciones específicas para esta etapa. Deben hacerse de manera que ninguna parte quede fuera de la acción de la corriente, lo que favorece el buen desarrollo de huevos y alevines.

Para el proceso de incubación de los huevos, usaremos incubadoras californianas, que ofrecen la ventaja de su pequeño tamaño en proporción a la cantidad de huevos que puede albergar.

La cantidad de agua a utilizar será la necesaria para abastecer las necesidades de los alevines de mayor tamaño. Para evitar la fuga de individuos, se instalan rejillas tanto a la entrada como a la salida de las filas de pilas.

La toma de agua se instala en la cabecera del grupo de pilas de incubación, sobre el canal de alimentación. Habiendo diferentes tipos, la mejor toma es la de rejilla horizontal sumergida y caudal constante.

Para asegurar y controlar un caudal regular en las piscinas se utiliza una compuerta vertical con una varilla de hierro provista de agujeros para regular la altura o una serie de planchas que se superponen y deslizan en dos ranuras verticales.

Una vez derivada el agua del canal principal, cada canalización individual llevará el caudal necesario a las pilas.

#### **i) Tomas individuales de agua**

Su función es asegurar un caudal regular e impedir la fuga de peces. Serán rectangulares y de hormigón, con rejillas para evitar la fuga de peces. Un total de cinco, para alimentar las cinco filas de pilas californianas.

#### **Características constructivas**

La nave tendrá 36 metros de largo por 14 metros de ancho, y en su interior la pilas californianas estarán distribuidas en cinco filas, en el sentido paralelo a la longitud de la nave.

Los elementos que formarán la nave tendrán las siguientes características obtenidas de los cálculos expuestos en el anejo correspondiente:

- Cubierta: tendrá una angulación de 20°, de acuerdo con lo necesario para la zona.
- Correas: soportaran cargas verticales entre pórticos y estarán separadas entre sí 1 metro.
- Vigas y pilares: los pilares estarán porticados cada 6 metros. Estos pórticos son prefabricados y de uso común en todo tipo de explotaciones agropecuarias. Los pórticos son de acero S275, los pilares centrales poseen un perfil HEB-180, mientras que los pilares laterales y hastiales son HEB-200. Las vigas de cubierta tiene un perfil IPE-330.
- Zapatas: serán de hormigón armado de dimensiones 2 x1,5 x 1,2 metros. La armadura será de emparrillado de redondos de acero de  $\phi$  20 mm, de acero B 500 S, separados entre sí 13 cm.
- Las zapatas estarán arriostradas de hormigón armado de 0,4 x 0,4 m. de sección, con un recubrimiento tanto lateral como superior e inferior, de 5 cm.
- Los pilares tendrán soldada en su extremos una placa base.
- La placa se rigidizará mediante cartelas.
- Los pilares se unirán a las zapatas mediante 12 pernos de anclaje de acero.

### 3.2.2. Piscinas

Las piscinas escogidas son rectangulares para todas las fases, así como las pilas donde se ubicarán las cajas californianas para la cría de los huevos y alevines. La elección es debido a la simplicidad en el manejo de los peces en estas estructuras, a que imita muy bien las condiciones naturales del flujo de un cauce de río, así como a la facilidad en su construcción y mantenimiento.

Todas las construcciones serán de hormigón armado, con emparrillado de acero, ya que las propiedades de este material son ideales para realizar la función a la que están destinados. Cumplen los requisitos mínimos para su uso en la piscifactoría y además su construcción es fácil y económica.

Estarán construidas en serie para facilitar el abastecimiento de agua de cada piscina, simplificando las canalizaciones. En la siguiente tabla se muestran las características de cada piscina:

Tabla 7: características constructivas de las diferentes piscinas de cultivo de la instalación.

Uso	Forma	Superficie unitaria (m <sup>2</sup> )	Profundidad de agua (m)	Número	Caudal total (l/s)
Incubación y alevinaje	Rectangular	27	1	5	24,15
Recría	Rectangular	62,5	0,75	5	61,36

Engorde	Rectangular	180	1	10	296,2
Truchas de consumo	Rectangular	200	1,5	40	4.153,86
Reproductores	Rectangular	100	1,5	1	22,73

### 3.3. Red de abastecimiento y desagüe

Las redes de distribución y desagüe se ejecutarán enterradas a una profundidad que está calculada en el anejo “Caudales y canalizaciones”. Las canalizaciones de entrada serán siempre rectangulares y construidas en hormigón, que verterán el agua a las piscinas en su superficie. La salida del agua será por tuberías de PVC, enterradas, que tomarán al agua del fondo de cada piscina. Estas tuberías descargarán a la red general de desagüe, o de aguas sucias, que a su vez descargará en la balsa de decantación, que supondrá el inicio del filtrado del agua, antes de su retorno al cauce del río.

Tanto la redes de abastecimiento como la de desagüe funcionarán por gravedad, en régimen de fluido laminar y libre, gracias a la pendiente existente en la zona y a que la explotación se construirá ex proceso siguiendo la diferencia de cotas del terreno. Mientras tanto, las tuberías, encargadas de llevar el agua de las piscinas a la red de desagüe, funcionarán como circuitos de flujo bajo diferencia de presiones entre entrada y salida.

Debido a lo exhaustivo y largo del cálculo, los datos se encuentran en el ajeno “Caudales y canalizaciones”.

#### **La toma de agua**

##### ii) Toma de agua general

Se instala en el fondo del cauce del río, previo a los canales de alimentación. Habiendo diferentes tipos, la mejor toma es la de rejilla horizontal sumergida y caudal constante, con rejas de desbaste medio y grueso, para la eliminación de elementos de esos tamaños, que arrastre el río.

Para asegurar y controlar un caudal regular en las piscinas se utiliza una compuerta vertical con una varilla de hierro provista de agujeros para regular la altura o una serie de planchas que se superponen y deslizan en dos ranuras verticales.

Para disminuir la obstrucción de la rejilla por algas, hierbas, etc., arrastrados por la corriente, algunas veces la toma de agua se coloca en contracorriente. Para funcionar normalmente, la rejilla horizontal debes estar sumergida y cubierta por 10 cm de agua por lo menos.

La bomba inyectará el caudal al canal de aguas limpias mediante una tubería que la soltará de forma libre, ayudando así además a oxigenar el agua.

iii) Tomas individuales de agua

Su función es asegurar un caudal regular e impedir la fuga de peces. Cada piscina tendrá la suya, estando todas calculadas en el anejo “Caudales y canalizaciones”.

### **3.4. Nave almacén-oficina-laboratorio-aseos**

En esta nave se ubicarán a su vez el almacén de pienso, el almacén de utillaje, un laboratorio, una oficina y una sala para vestuario, ducha y lavabo.

#### **3.4.1. Dimensiones**

La nave tendrá 12 metros de largo y 14 de ancho. La distribución interior será la siguiente:

- Oficina: 16 m<sup>2</sup>
- Laboratorio: 20 m<sup>2</sup>
- Vestuario: 12 m<sup>2</sup>
- Almacén: 120 m<sup>2</sup>

#### **3.4.2. Características constructivas**

La nave estará construida por pórticos a dos aguas, separados entre sí 6 metros, de 3,1 metros de altura en base de tejado. Tendrá una altura en fachada, de 3,1 metros., con una inclinación de la cubierta del 30%, por lo que la altura en cumbre será de 5,1 metros. La estructura será de hormigón armado, de la misma manera que la nave de incubación y alevinaje. La orientación de la nave será, al igual que la nave de incubación y alevinaje, Sureste-Noroeste. La iluminación estará calculada en base al trabajo que se ha de hacer en cada habitación. Así mismo, se tendrán tomas de corriente para su uso en la realización de las diferentes tareas.

Las diferentes salas estarán separadas por paredes de tabiquería. Oficina, laboratorio y vestuario tendrán cada una, una puerta y una ventana

El almacén ha de estar ventilado y con paredes y techo a prueba de goteras para proveer un ambiente fresco y seco. El almacén debe tener un tamaño suficiente que permita el almacenamiento de los alimentos en lotes perfectamente marcados de acuerdo a su tipo y fecha de compra de cara a la fecha de caducidad del producto.

Los elementos que formarán la nave tendrán las siguientes características obtenidas de los cálculos expuestos en el anejo correspondiente:

-Cubierta: Al igual que en la nave de incubación, tendrá una pendiente de 20°. Formada por IPE- 330

- Correas: soportaran cargas verticales entre pórticos y estarán separadas entre sí 1 metro.
- Vigas y pilares: Los pórticos son de acero S275, los pilares centrales poseen un perfil HEB-180, mientras que los pilares laterales y hastiales son HEB-200. Las vigas de cubierta tiene un perfil IPE-330.
- Zapatas: serán de hormigón HA-armado de de dimensiones 2 x1,5 x 1,2 metros. La armadura será de emparrillado de redondos de acero de  $\phi$  20 mm, de acero B 500 S, separados entre sí 13 cm.
- Las zapatas estarán arriostradas de hormigón armado de 0,4 x 0,4 m. de sección, con un recubrimiento tanto lateral como superior e inferior, de 5 cm.
- Los pilares tendrán soldada en su extremos una placa base.
- La placa se rigidizará mediante cartelas.
- Los pilares se unirán a las zapatas mediante 12 pernos de anclaje de acero.

### 3.5. Depuración de aguas

Este es un punto crucial en la construcción de la explotación, pues las leyes son muy estrictas al respecto. Desde hace años, es obligatorio para cualquier piscifactoría de agua continental, la construcción de una balsa de decantación para que en ella sedimenten las partículas gruesas. A esta medida se le va a añadir un filtro verde, por el que pasará el agua antes de volver al cauce del río y donde los compuestos orgánicos solubilizados, las partículas coloides y los microorganismos quedarán fijados en las plantas. De esta manera, los residuos gruesos sedimentarán en el fondo de la balsa de decantación y los finos serán absorbidos por el filtro verde, obteniéndose una eficiente limpieza de los efluentes de la piscifactoría.

Así mismo, representará además una reducción de costes debido a la eficiencia del filtrado con respecto a los cánones legalmente establecidos, así como una mejora de la imagen de la granja, resaltando su sostenibilidad, lo que facilitará la venta de los productos.

El sistema de depuración de aguas estará formado finalmente por 6 balsas de decantación en serie, sobre las cuales se establece el filtro verde en sus superficies. Tras las balsas, un filtro biológico que termine de eliminar los fosfatos y demás moléculas limitantes de la superficie de filtro verde, antes de devolver el agua al cauce del río.

#### **Balsas de decantación**

En las balsas de decantación, la depuración parcial del efluente se consigue por sedimentación, conseguida por la colocación de barreras para al agua y la disminución de la velocidad del caudal.

Normalmente el tiempo de residencia del agua es el principal parámetro de diseño (MAGRAMA, 2002), aunque este hecho puede considerarse una simplificación de un proceso más complejo. La balsa de decantación deberá tener estas características:

- Flujo de agua uniforme a lo largo de la balsa
- Zonas de deceleración del agua
- Concentración de sólidos uniforme en la entrada a la zona de decantación
- Que los sólidos de la zona de los lodos no sean resuspendidos.

La mayoría de los cultivos intensivos, como es este caso, vierten continuamente grandes volúmenes de agua, que introducidos en una balsa de decantación pequeña y somera, tendrán una velocidad excesiva. Para reducir la velocidad a un nivel en el que los sólidos decanten apropiadamente, debe aumentarse la superficie y/o la profundidad de la balsa. Esto se va a conseguir con la construcción de pantallas amortiguadoras en el fondo de las balsas, que actuarán a modo de laberinto para el agua, haciendo que circule más y más lentamente permitiendo que sedimenten todas las partículas gruesas de las que no se encargue el filtro verde que hay encima de dichas pantallas.

La limpieza de lodos en las balsas, debe hacerse una vez al mes y en ningún caso se deben superar periodos superiores a tres meses, con objeto de evitar el proceso de solubilización que sufre la materia sedimentada en los decantadores de la balsa y que conllevaría, en caso de no retirarla, a suponerlos como meros homogenizadores del vertido.

En cuanto al dimensionamiento de la superficie necesaria para filtrado por decantación, la legislación establece, que la superficie mínima de las balsas de decantación será del 10% de la superficie total de piscinas de cultivo con que cuente la instalación, no dando otras normas al respecto a sus características. Seguiremos los métodos ya utilizados en el diseño de balsas de otras explotaciones piscícolas, mucho más concretos.

Para optimizar su rendimiento, la balsa de decantación debe ser de planta rectangular donde el mayor lado, que marcará el flujo del agua, tuviera, como mínimo, doble longitud que el menor y que éste fuese superior a 5 veces la altura. En la balsa, la velocidad del agua no deberá superar los 3 cm/s, comprobándose además de residencia hidráulico quede comprendido entre 20 y 30 minutos. En estas condiciones, las características de circulación del agua en la balsa de decantación quedan definidas por un nº de Reynolds menor de 2000, por lo que su régimen es laminar y la sedimentación de las partículas obedece a una composición vectorial entre las velocidades del agua y la velocidad de sedimentación, en la que la velocidad del agua disminuye hasta el punto de que sedimenten fácilmente las partículas.

Las dimensiones para cada una de las seis balsas serán 113 metros de longitud por de 55 metros de anchura, por 1,75 metros de altura de agua. Estarán colocadas en



serie y unidas entre sí por canales de secciones decrecientes hacia su punto medio, para generar efecto Venturi que nos asegure que no se depositen sedimentos en ellos.

### **Filtro verde**

Los filtros verdes intentan usar todo el ecosistema acuático para la depuración de efluentes. Se trata de instalaciones de depuración natural constituida por una superficie de terreno, en la que el efluente es vertido, consiguiéndose la depuración a la vez que se favorece el crecimiento de especies vegetales, generalmente arbóreas maleables.

La depuración de los influentes aplicados se basa en una combinación de acciones físicas (filtración), biológicas (degradación de la materia orgánica por microorganismos) y químicas (intercambio iónico entre suelo y agua y extracción de elementos químicos por la masa vegetal).

El filtro que se utilizará en la explotación se denomina sistema FMF (filtro de macrofitas flotante) y, como su nombre indica, es un filtro formado por una red de macrófitas las cuales, plantadas en cestas plásticas denominadas ESE, quedarán flotando sobre la lámina de agua de la piscina. Las raíces, sumergidas por debajo de las cestas, filtrarán el agua a su paso por el filtro, obteniéndose una capacidad de depuración de elementos orgánicos y tóxicos que va del 90 al 98%, según compuestos. La superficie del terreno que servirá de filtro verde será la de las balsas de decantación, de hormigón, por lo que no habrá posibilidad de lixiviación.

La planta que dará vida al filtro verde será la enea (*Typha domingensis*). Se trata de una planta emergente, muy adaptada a las aguas con carga contaminante y que además crece de manera natural en todo Aragón.

Por tanto, la superficie que ocupará el filtro verde corresponde a la de las seis balsas de decantación. A la hora de limpiar las balsas, el sistema de anclaje entre las piezas ESE hace que sea fácil retirar todas las plantas a la vez en el momento en el que se quiera retirar los lodos de las balsas.

El efecto combinado de la sedimentación en el lecho de las balsas de decantación, más la filtración llevada a cabo por las raíces de las eneas que conforman el filtro en la misma superficie, da como resultado una filtración de todas las partículas del agua, tanto pequeñas como grandes, en el mismo espacio de filtración.

Por último, se instalará un filtro de resinas a la salida de la última balsa de decantación, con el fin de terminar de filtrar los fosfatos que el filtro verde no sea capaz de filtrar, por lo limitado de su superficie de acción.

### **3.6. Instalación eléctrica**

Las necesidades de iluminación de la instalación serán por un lado la iluminación y por otros las tomas de fuerza.

La iluminación interior y exterior se realizara mediante lámparas fluorescentes, de 36 y 58W, para interior y lámparas V.S.A.P., DE 150 W, para la iluminación exterior.

Las tomas de fuerza suministrarán energía a la clasificadora de peces, elevadora de peces, clasificadora de huevos, ordenador de la oficina, aparatos del laboratorio y demás utensilios eléctricos que puedan necesitarse. La potencia necesaria para las tomas de fuerza será de 9.030 W.

La potencia a contratar para la explotación será de 15 KW.

Todos los cálculos y el dimensionado de los conductores, en el anejo “Instalación eléctrica e iluminación de las instalaciones”.

### **3.7. Vallado de la piscifactoría**

Se procederá al vallado de todo el perímetro de la instalación para evitar el acceso de personas y animales indeseados, con una malla de acero galvanizada (para protegerla de la humedad) de 2 metros de altura.

Esta es una medida tanto antirrobo como sanitaria ya que las piscifactorías están sometidas a un régimen sanitario que prohíbe la entrada de personas ajenas a la instalación para evitar la transmisión de enfermedades.

### **3.8. Utillaje**

Si bien se describe cada aparato usado en la instalación en el punto al que corresponde su utilización, he aquí el resumen del utillaje necesario en la piscifactoría:

- Máquina clasificadora de huevos, para eliminar los huevos abortados y los infectados por hongos durante la incubación.
- Máquina clasificadora de peces, para uniformizar el tamaño de los individuos en las piscinas, en las fases en las que se precisa dicha actuación.
- Máquina elevadora de peces, para transportar los peces desde las piscinas a la máquina clasificadora
- Hidrolimpiadora, para realizar la limpieza de las piscinas.
- Ordenador, personal o de sobremesa, para la gestión de la ingente cantidad de datos de la piscifactoría.
- Refrigerador para la conservación de las muestras destinadas al laboratorio de ictiopatología.
- Redes, Pilas californianas,...

Todas estas herramientas, si no están en uso, se guardarán en el almacén, que se habrá dimensionado para que tengan cabida en él.

## IV. LEGISLACIÓN

- Pliego de condiciones de la trucha Arcoiris, Piscifactoría NUSI, rev. 2, diciembre de 2008.
- Norma UNE 173001:2005 Acuicultura. Procesos productivos. Trucha.
- Reglamento (CE) 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a la higiene de los productos alimenticios
- Reglamento (CE) N° 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal
- Cumpliendo con el Reglamento 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, NUSI, S.L. tiene implantado un procedimiento de **Trazabilidad** que garantiza un Seguimiento de los lotes expedidos.

## V. ESTUDIO ECONÓMICO

Debido a la naturaleza lucrativa del proyecto, en este estudio se tienen en cuenta tanto los ingresos, como los egresos, así que los estudios de rentabilidad TIR y VAN, que son los que dan la idea de si dicho proyecto resulta rentable o no.

### Ingresos anuales:

- Producción de truchas para consumo, en base a precio a primera venta= 292.000 Tm x 2,68 €/kg = 782.560 €

### Egresos anuales:

- Piensos: 419.065,3 €
- Trabajador (1 oficial de primera y dos trabajadores no cualificados) = 77.603,4 €
- Mantenimiento (0,5% anual del coste de ejecución de la instalac.) = 13.419,05 €

Total de egresos anuales= 510.087,75€

Flujo neto de caja anual: 272.472,25 €

### VAN (valor actual neto)

Trata de determinar el valor que actualmente tiene la inversión sobre la base de los importes que se percibirán en unos plazos determinados. Si el VAN resulta positivo, la inversión tiene interés económico, y si sale negativo, debería desestimarse.

Para su cálculo, se utiliza: el flujo neto de caja (ingresos menos egresos), la tasa de descuento (porcentaje que deseamos aplicar para ajustar el valor al presente; para instalaciones de este tipo se suele aplicar el 4,5%); el importe inicial de la inversión (es decir, su coste de ejecución, que asciende a 3.707.885,84 €); el último dato necesario, la vida útil de la instalación, la estimamos en 25 años.

Haciendo uso de la fórmula reflejada en el anejo de referido al estudio económico, con los datos expuestos en ese mismo anejo, el VAN resultante para este proyecto suma 324.360,67 €, que significa que dicha instalación si tienes interés económico.

### TIR (tasa interna de retorno)

Es un indicador de rentabilidad de un proyecto, la tasa (porcentaje) de rendimiento anual acumulado que genera una inversión. Usando la fórmula descrita en el anejo indicado anteriormente, se halla el porcentaje, el cual si es mayor a la tasa de descuento (4,5%) indica que la instalación es rentable, y si fuera menor, indicaría la no rentabilidad del proyecto.

En ese proyecto, el TIR asciende al 5,33%, porcentaje mayor que el de la tasa de descuento, lo que apunta a que la instalación resulta rentable.

**Por tanto, los dos indicadores más utilizados en estudios de inversión demuestran la rentabilidad de este proyecto.**

## VI. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El resumen del presupuesto, ordenado por capítulos, se muestra a continuación:

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
CAPITULO 1	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	436.662,73	16,27
CAPITULO 2	RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO Y ACOMETIDAS A PISCINAS.....	23.156,49	0,86
CAPITULO 3	CIMENTACIÓN.....	1.966.136,28	73,28
CAPITULO 4	ESTRUCTURAS DE ACERO.....	43.356,09	1,62
CAPITULO 5	CERRAMIENTOS Y TABIQUERIA.....	26.976,52	1,01
CAPITULO 6	CUBIERTA.....	27.071,14	1,01
CAPÍTULO 7	REVESTIMIENTOS Y PINTURAS.....	18.510,13	0,69
CAPÍTULO 8	FALSOS TECHOS Y AISLAMIENTOS.....	9.112,32	0,34
CAPÍTULO 9	APARATOS SANITARIOS Y MATERIAL DE VESTUARIOS.....	1.952,63	0,07
CAPÍTULO 10	CARPINTERIA, CERRAJERIA Y VIDRIERA.....	5.515,56	0,21
CAPÍTULO 11	MOBILIARIO.....	801,21	0,03
CAPÍTULO 12	RED VERTICAL DE SANEAMIENTO.....	2.376,86	0,09
CAPÍTULO 13	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.....	1.573,30	0,06
CAPÍTULO 14	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	47.006,06	1,75
CAPÍTULO 15	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.....	2.663,09	0,10
CAPÍTULO 16	MAQUINARIA E INSTALACIONES ESP. ....	73.224,81	2,73
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>2.686.095,22</b>	
	13,00 % Gastos generales .....	349.192,38	
	6,00 % Beneficio industrial .....	161.165,71	
	<b>SUMA DE G.G. y B.I.</b>	<b>510.358,09</b>	
	16,00 % I.V.A.....	511.432,53	
<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>		<b>3.707.885,84</b>	
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>		<b>3.707.885,84</b>	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TRES MILLONES SETECIENTOS SIETE MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y CINCO EU-ROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS



## VII. BIBLIOGRAFÍA

- BLANCO CACHAFEIRO, M. C., 1995. *La trucha. Cría industrial*. Editorial MP
- COCHE, A.G., 1993. *Construcción de estanques para la piscicultura en agua dulce; estructuras y trazados para explotaciones piscícolas*. Colección FAO
- ERASO, A. 1996. *Prácticas en alimentación y almacenamientos*. Instituto Nacional de Pesca y acuicultura. INPA. Bogotá, Colombia. 273, 341 pp.
- FURNÉ CASTILLO, M., 2008. *Diferentes aspectos fisiológicos en el esturión *Acipenser Naccarii*. Estudio comparado con la trucha *Oncorhynchus mykiss**., Ed. de la Universidad de Granada
- HUET, M., 1998. *Tratado de piscicultura*. Ed. Mundo-Prensa
- ITGE-DGA (1996). "Estudio del medio físico y de sus riesgos naturales en un sector del Pirineo Central". 8 tomos, IGME, Madrid (inédito).
- JOKUMSEN A., MCKENZIE D.; PEDERSEN, P. B., 2007. *Nuevos métodos de crianza de truchas para reducir los efluentes en las piscifactorías*. Danish aquaculture organization (ODA)
- LEGER, L.; HUET, M. y ARRIGNON, J.; 1970. *La productividad piscícola. Bases ecológicas*. En: "*Ecología y piscicultura de las aguas dulces*". Obra presentada por J. Arrignon. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 335 p.p.
- M.A.P.A, 1999. *Estudio sobre aprovechamiento de lodos de depuradoras de piscifactorías para usos agrícolas*. Ed. Mundi-Prensa
- MA.P.A, 2002. *Gestión medioambiental en la acuicultura española*. Ed. Mundi-prensa
- M.A.P.A, 2007. *Plan estratégico nacional del fondo europeo de la pesca*. Ed Mundi-Prensa.
- OCA, J., MASALÓ, I., 2007. *Design criteria for rotating flow cells in rectangular aquaculture tanks*. Aquacultural Engineering 36, pp 36-44.
- OLLERO, A., SANCHEZ, M., MARÍN, J.M., 2004. *Caracterización hidromorfológica del río Gállego*, Instituto Pirenaico de Ecología
- PAPADAKIS, J., 1980. *El clima. Con especial referencia a los climas de América Latina, Península Ibérica, ex Colonias Ibéricas y sus potencialidades agropecuarias*, Editorial Albatros, Buenos Aires, Argentina.
- RUIZ ZARZUELA, I. BALCÁZAR J.L., DE BLAS I., CUNNINGHAM D., VENDRELL D., MÚZQUIZ J.L, 2004. *Repercusión de la legislación comunitaria sobre la acuicultura española*. Universidad de Zaragoza